

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА

**В.И. Курдюмов, д.т.н., профессор**

**А.В. Журавлев, аспирант**

*ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»*

*тел.: 89033362625 e-mail: a.v.zhuravlyov@gmail.com*

**Ключевые слова:** *сушка зерна; устройство для сушки зерна; энергосбережение; теплопередача; шнек с разрывами.*

*Обоснована необходимость создания новых средств механизации процесса сушки зерна. Приведены основные положения использования контактного способа передачи теплоты в зерносушилках. Представлена идеализированная модель контактной электроустановки для сушки зерна. Предложена энергоэффективная установка контактного типа для сушки зерна. Описаны принципы работы предложенной установки.*

Производство зерна является важнейшим стратегическим направлением не только в нашей стране, но и во всем мире. Согласно докладу Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) мировой объем производства зерна в 2014 году может увеличиться на 11,4% по сравнению с 2013 годом и достичь рекордного уровня в 1,3 миллиарда тонн. В частности, в России объем производства зерна может составить 35 миллионов тонн, что на 13,6% больше показателя предыдущего года[6]. Поэтому повышение рентабельности данного производства является актуальной проблемой.

Одним из путей повышения рентабельности зернового производства является снижение энергозатрат при сушке зерна. Затраты энергии на сушку зерна различных культур во многом зависят от их физико-механических свойств (рисунок 1).

Все указанные факторы (рисунок 1) влияют также на коэффициент перевода зерна в плановые тонны, т.е. на количество зерна конкретной культуры, которое можно высушить за час времени при паспортной производительности сушилки.

Конструкция устройства для сушки зерна должна обеспечить равномерный нагрев и сушку продукта с учетом всех вышеперечисленных факторов. Сушилки должны иметь необходимую производительность, но при этом должны быть экономичными по удельным расходам теплоты и электроэнергии, иметь небольшую металлоемкость[2].

Зерно каждой культуры имеет свои особенности строения, поэтому применение одной установки для сушки зерна различных культур не всегда оправдано. Однако сочетание комбинированных способов сушки зерна (конвективного в сочетании с контактным, радиационным или электрическим; радиационного – с высокочастотным и др.) в одной установке позволяет не только увеличить ассортимент высушиваемых зерновых, но и увеличить скорость сушки, со-

кратить расход энергии, более гибко управлять процессом и, в результате, не только сохранить все ценные качества обрабатываемого зерна, но зачастую и улучшить их[5].

Для достижения указанных выше преимуществ нами разработана энергосберегающая установка для сушки зерна (рисунок 2).

Устройство для сушки зерна [10] включает горизонтально расположенный цилиндрический кожух, внешняя поверхность которого покрыта слоем теплоизолирующего материала, разделенный по горизонтальной оси симметрии на верхнюю 1 и нижнюю 2 части, загрузочный бункер 3, выгрузное окно 4, транспортирующий рабочий орган 5, вентилятор 6, воздухопровод 7 и нагревательные элементы 8. Верхняя часть 1 кожуха выполнена из теплоотражающего материала и установлена над нижней частью 2 на шарнире 9. Транспортирующий рабочий орган 5 выполнен в виде шнека с полым перфорированным валом, с диаметром отверстий 10, не превышающим минимального размера зерна. Перфорация шнека выполнена между загрузочным бункером 3 и выгрузным окном 4. Нижняя часть 2 кожуха и шнек выполнены из теплопроводного материала. Витки шнека выполнены с разрывами. Нагревательные элементы 8 расположены на внешней поверхности нижней части 2 кожуха под слоем теплоизолирующего материала 11. Воздуховод 7 с вентилятором 6 соединены с внутренней полостью вала транспортирующего рабочего органа 5. В воздуховоде 7 установлен нагреватель 12. Фиксация в рабочем положении верхней части 1 кожуха может осуществляться, например, защелками 13.

Устройство работает следующим образом. Включают нагревательные элементы 8, вентилятор 6 и нагреватель 12. После достижения необходимой температуры нижней части кожуха 2, а также воздуха, подаваемого вентилятором 6 во внутреннюю полость транспортирующего рабочего органа 5, подают



Рисунок 1 – Физико-механические свойства зерна, влияющие на процесс его сушки

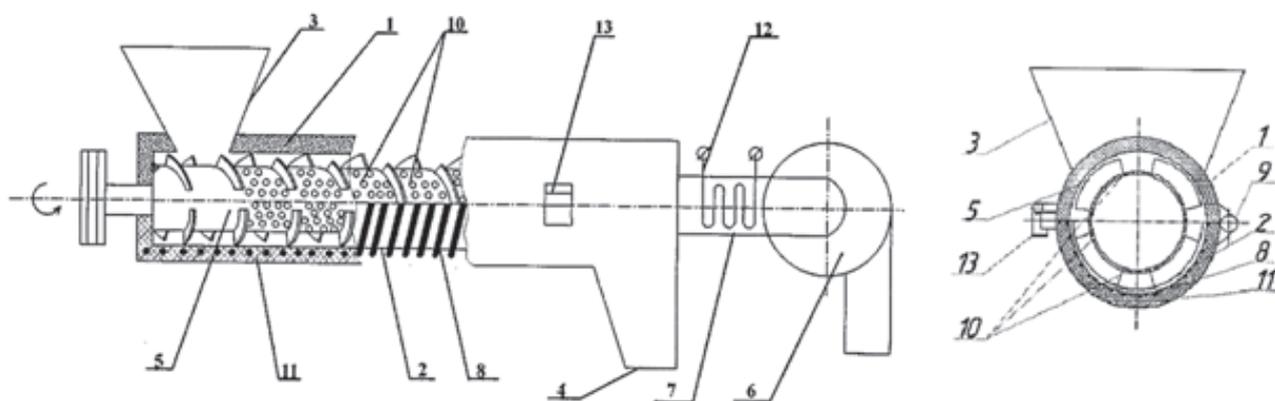


Рисунок 2 – Устройство для сушки зерна

зерно в загрузочный бункер 3. Из загрузочного бункера 3 зерно поступает на транспортирующий рабочий орган 5 и перемещается им к выгрузному окну 4. Контактная с нагретой нагревательными элементами 8 поверхностью нижней части кожуха 2, с поверхностью шнека, нагретой подаваемым через воздуховод 7 вентилятором 6 воздухом, температура нагрева которого регулируют изменением мощности нагревателя 12, а также с горячим воздухом, выходящим из внутренней полости транспортирующего рабочего органа 5 через отверстия 10, зерно быстро нагревается. Излишки удаляемой из зерна в виде пара влаги далее воздушным потоком вытесняются наружу через загрузочный бункер 3 и выгрузное окно 4. Сухое зерно удаляется из кожуха через выгрузное окно 4. При использовании зерна другой культуры меняют температуру нагрева нижней части кожуха 2, с помощью нагревательных элементов 8, температуру подаваемого во внутреннюю полость транспортирующего рабочего органа 5 воздуха с помощью нагревателя 12, а также изменяют частоту вращения рабочего органа 5. Для технического обслуживания устройства

открывают защелки 13 и откидывают верхнюю часть 1 кожуха, поворачивая ее относительно шарнира 9.

Выполнение транспортирующего рабочего органа в виде шнека из теплопроводного материала с полым перфорированным валом, размещение перфорации с диаметром отверстий, не превышающим минимального размера зерна, между загрузочным бункером и выгрузным окном, а также соединение воздуховода с внутренней полостью вала шнека и размещение в воздуховоде нагревателя позволит ускорить прогрев транспортирующего рабочего органа и зерна, улучшить процесс удаления паров влаги из устройства, снижая энергозатраты на процесс сушки зерна [11]. Выполнение витков шнека с разрывами, позволит увеличить частоту вращения шнека, улучшить оборачиваемость высушиваемого зерна вокруг своей оси, что повышает равномерность сушки, а изменение размеров разрыва витка шнека для каждой культуры зерна позволит получить более качественный продукт.

Кроме того, разделение кожуха на две части по горизонтальной оси симметрии, выполнение верх-

ней части из теплоотражающего материала, а нижней – из теплопроводного материала и размещение нагревательных элементов на внешней поверхности нижней части кожуха под слоем теплоизолирующего материала, позволяет на более высоком энергетическом уровне использовать данное устройство, так как в процессе транспортирования зерна шнеком максимальный коэффициент его заполнения зерном не превышает 0,5. При этом исключаются потери теплоты на нагрев не контактирующих с зерном частей устройства, и, как следствие, снижаются затраты энергии [12].

Таким образом, создание устройства для сушки зерна относительно небольшой пропускной способности на основе применения комбинированного способа передачи теплоты (контактного в сочетании с конвективным) позволит максимально выполнить технологические требования, предъявляемые к высушенному зерну, а также обеспечить выполнение эксплуатационных требований, предъявляемых к зерносушилкам, работающим в условиях небольших фермерских хозяйств (универсальность, экологичность, и т.д.).

### **Библиографический список:**

1. Курдюмов, В.И. Аспекты проектирования установок контактного типа для сушки и тепловой обработки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, Д.В. Нестерова, А.В. Журавлёв // Молодой ученый. – 2012. – № 5. – С. 53 – 55.
2. Курдюмов, В.И. Влияние режимных параметров на энергозатраты при сушке зерна в установке контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, А.В. Журавлёв // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 12. – С. 61 – 63.
3. Курдюмов, В.И. Особенности охлаждения зерна в зерносушилках контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин, А.В. Журавлёв // Материалы V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». – Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – 2013. – С. 272 – 275.
4. Курдюмов, В.И. Повышение эффективности послуборочной обработки зерна / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 6. – С. 56 – 58.
5. Курдюмов, В.И. Повышение эффективности процесса сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, Д.В. Нестерова, А.В. Журавлёв // Инновации в науке. – 2012. – № 8-1. – С. 89 – 92.
6. Курдюмов, В.И. Тепловая обработка зерна в установках контактного типа // В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин: монография. – Ульяновск: УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013. – 290 с.
7. Курдюмов, В.И. Экспериментальное обоснование эффективности контактного способа передачи теплоты при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, А.В. Журавлёв // Наука в центральной России. – 2013. – № 10. – С. 5 – 11.
8. Курдюмов, В.И. Энергосберегающее устройство для сушки перговых сотов / В.И. Курдюмов, А.В. Журавлёв // Материалы II Всероссийской студенческой научной конференции «В мире научных открытий». Редакционная коллегия: В.А. Исайчев, О.Н. Марьяна. – Ульяновск: Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. – 2013. – С. 71 – 73.
9. Патент 2323580 РФ, МПК А23В9/08. Устройство для сушки зерна. В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин. – Заявлено 28.03.2006; опублик. 10.05.2008 г. Бюл. № 13.
10. Патент 2506506 РФ, МПК F26B 11/14. Устройство для сушки зерна. В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, А.В. Журавлев, Д.В. Нестерова – Заявлено 18.07.2012; опублик. 10.02.2014 г. Бюл. № 4.
11. Патент 2506507 РФ, МПК F26B 11/14. Устройство для сушки зерна. В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, А.В. Журавлев, Д.В. Нестерова – Заявлено 18.07.2012; опублик. 10.02.2014 г. Бюл. № 4.
12. Патент 2508513 РФ, МПК F26B 11/14. Устройство для сушки зерна. В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, А.В. Журавлев, Д.В. Нестерова – Заявлено 18.07.2012; опублик. 27.02.2014 г. Бюл. № 6.
13. Патент 2532464 РФ, МПК F26B17/04. Устройство для сушки зерна. В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, А.В. Журавлев, Е.В. Спирина – Заявлено 12.07.2013; опублик. 10.11.2014 г. Бюл. № 31.
14. Патент 2532465 РФ, МПК F26B17/04. Устройство для сушки зерна. В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин, А.В. Журавлев, Е.В. Спирина – Заявлено 12.07.2013; опублик. 10.11.2014 г. Бюл. № 31.

## **FEATURES OF PROCESS OF DRYING OF GRAIN**

**Kurdyumov V. I., Zhuravlev A.V.**

**Keywords:** *corn drying; device for drying grain; energy conservation; heat transfer; screw with tears.*

*The necessity of creating new means of mechanization of grain drying process. The main provisions of the use of the contact method of heat transfer in the dryer. Presented an idealized model of the electrical contact to dry the grain. We propose an energy-efficient installation of the contact type for drying grain. The principles of operation of the facility.*